

Artigo

Inserção do estudo da dinâmica atmosférica regional na análise dos padrões de conforto térmico humano no Rio Grande do Sul: estudo de caso em Santa Maria-RS

João Paulo Assis Gobo
USP

Emerson Galvani
FFLCH-USP

p. 564-584

revista

Geo 
USP
espaço e tempo

Volume 19 • nº 3 (2015)

ISSN 2179-0892

Como citar este artigo:

GOBO, J. P. A.; GALVANI, E. Inserção do estudo da dinâmica atmosférica regional na análise dos padrões de conforto térmico humano no Rio Grande do Sul: estudo de caso em Santa Maria-RS. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 19, n. 3, p. 564-584, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

Disponível em: URL: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/84776>. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2015.84776>.



Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Inserção do estudo da dinâmica atmosférica regional na análise dos padrões de conforto térmico humano no Rio Grande do Sul: estudo de caso em Santa Maria-RS

Resumo

Esta pesquisa avaliou as condições de conforto térmico humano no estado do Rio Grande do Sul, com base na dinâmica atmosférica regional para anos-padrão classificados como mais chuvoso, menos chuvoso e habitual, do município de Santa Maria-RS. Para isso, utilizou-se a base de dados climáticos do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), sob a qual procedeu-se a construção do banco de dados, no qual se atribuíram os índices de temperatura efetiva com vento (TEv) para as estações de outono e inverno, e o índice de temperatura resultante (TR) para as estações de primavera e verão. Em cada uma das estações do ano, verificou-se que os sistemas atmosféricos atuantes em Santa Maria só são definidores da situação de conforto térmico nos meses de inverno em função da periodicidade e da intensidade dos sistemas polares que atuam na região. Nos demais meses, os fatores geográficos são os principais responsáveis pela definição das zonas de conforto.

Palavras-chave: Conforto térmico humano. Dinâmica atmosférica. Anos-padrão.

Inserting the study of regional atmospheric dynamics in the analysis of patterns of human thermal comfort in Rio Grande do Sul: case study in Santa Maria, RS

Abstract

This study evaluated the conditions of human thermal comfort in the state of Rio Grande do Sul, based on regional atmospheric dynamics for standard years classified as rainier, less rainy and habitual in Santa Maria city. To this end, we used the climatic database of the Brazilian National Institute of Meteorology (Inmet), under which it undertook the construction of the database, which indexes Effective Temperature with Wind (VTE) have been allocated for autumn and

winter seasons, and the index of resultant Temperature (RT) for the spring and summer seasons. It was found that the active weather systems in Santa Maria in each of the four seasons, only defining the situation of thermal comfort in the winter months depending on the frequency and intensity of polar systems that operate in the region. In the other months, geographical factors are primarily responsible for defining the comfort zones.

Keywords: Human thermal comfort. Atmospheric dynamics. Standard years.

Introdução

O conforto térmico pode ser visto e analisado, sob dois aspectos: do ponto de vista pessoal e do ponto de vista ambiental. Do ponto de vista pessoal, isto é, aquele no qual alguém que se encontre em um determinado ambiente esteja em estado confortável com relação a sua sensação térmica. Do ponto de vista ambiental, os estudos de conforto propõem estabelecer um estado térmico para um ambiente específico com relação a suas variáveis físicas, a fim de que menos pessoas estejam insatisfeitas com ele (Fanger, 1972).

Fanger (1972) define conforto térmico como sendo uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. Critchfield (1960) afirma que “a saúde humana, a energia e o conforto são mais afetados pelo clima do que por qualquer outro elemento do meio ambiente”. As condições de temperatura, de dispersão (ventos e poluição) e de umidade do ar exercem destacada influência sobre a manifestação de muitas doenças, epidemias e endemias humanas.

Ashrae (1992) define o conforto térmico como “um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente que envolve a pessoa”. Assim, considerações fisiológicas e psicológicas estão envolvidas neste contexto, que depende individualmente.

Temperaturas muito elevadas e muito reduzidas podem aumentar o risco de morbidade e mortalidade, principalmente em ambientes onde a faixa de conforto térmico não apresenta boa abrangência climática, caracterizando menor tolerância da população a estas adversidades biometeorológicas (Changnon et al., 1972).

Desse modo, o estudo das condições de conforto térmico em escala regional e sub-regional vem ser de extrema importância, principalmente no âmbito do planejamento e execução de projetos de grande escala, bem como o planejamento em saúde pública.

Assim, tendo como base para este estudo a cidade de Santa Maria no estado do Rio Grande do Sul, buscou-se avaliar as condições de conforto térmico nas escalas regional e sub-regional no estado, a partir da análise da dinâmica atmosférica e sua eventual influência na determinação das faixas de conforto térmico humano no estado.

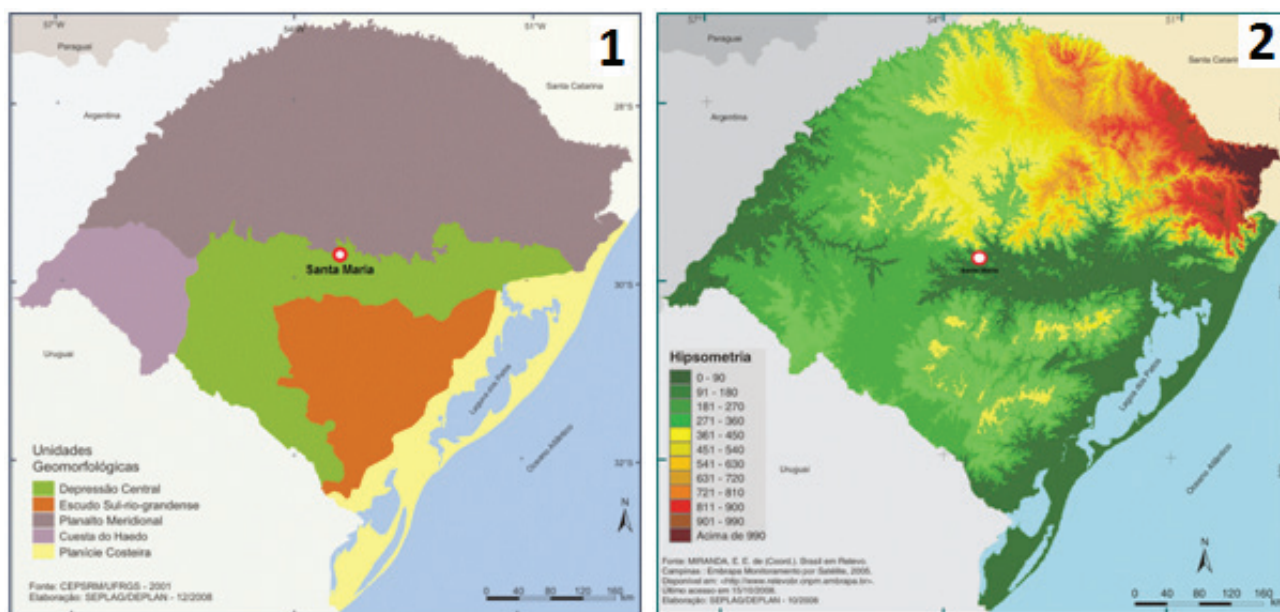
Caracterização da área de estudo

A área de estudo selecionada para esta pesquisa corresponde ao estado do Rio Grande do Sul, localizado no extremo sul do Brasil, entre as coordenadas geográficas: 27° 04' 48" latitude sul, 53° 01' 53" longitude oeste; 33° 45' 06" latitude sul, 53° 23' 48" longitude oeste; 28° 37' 06" latitude sul, 49° 41' 28" longitude oeste; 30° 11' 18" latitude sul, 57° 38' 36" longitude oeste (IBGE, 2014).

No que se refere às características naturais, o Rio Grande do Sul atualmente está dividido em cinco unidades geomorfológicas em relação à compartimentação geomorfológica do estado, que é fortemente condicionada pela geologia regional, são elas: Planalto Meridional, Planície Costeira, Escudo Sul-rio-grandense, Depressão Central e Cuestas do Haedo (Figura 1) (Rio Grande do Sul, 2010a).

As altitudes máximas ultrapassam a cota de 1.200 metros acima do nível do mar principalmente no limite com o estado de Santa Catarina, no planalto da bacia do Paraná, e constitui-se num grande controle climático, principalmente na variação das precipitações e da temperatura do ar (Figura 2) (Rio Grande do Sul, 2010a).

Figura 1 e 2 – (1) Mapa das unidades geomorfológicas do RS – (2) Mapa hipsométrico do RS



fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2010a).

Materiais e métodos

Para o desenvolvimento da análise do conforto térmico da pesquisa foram usados dados meteorológicos relativos à temperatura do ar, à umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica e precipitação pluviométrica para uma série de temporal de 30 anos, correspondentes aos anos compreendidos entre 1981 e 2010, cedidos pela estação meteorológica de Santa Maria de responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

Os dados obtidos foram submetidos ao cálculo do índice de TEv (Suping; Guanglin; Yanwen, 1992) para os meses de outono e de inverno de cada ano da série de 30 anos a partir dos dados das médias diárias de temperatura do ar, de umidade relativa do ar e de velocidade do vento, com uso da seguinte fórmula:

$$TEv = 37 - \frac{(37 - T)}{[0,68 - 0,0014RH + \frac{1}{1,76 + 1,4T}]} - 0,29T(1 - \frac{RH}{100}) \quad (\text{equação 1})$$

Onde: T é a temperatura do ar em °C; RH é a umidade relativa em %; v é a velocidade do vento em m/s (medida a 10 metros de altura); TEv é a temperatura efetiva em função do vento em °C.

Já para os meses de primavera e verão, em face da menor intensidade dos ventos em todas as regiões do estado (Wollmann, 2011), o que resultaria em alterações nos resultados do índice TEv, optou-se pelo cálculo do índice de TR (Missenard, 1948) para cada ano da série de 30 anos, porém apenas com os dados das médias diárias de temperatura do ar e umidade relativa do ar, com uso da seguinte fórmula:

$$TR = T_s - 0,4 (T_s - 10) (1 - UR / 100) \quad (\text{equação 2})$$

Onde: TR é a temperatura resultante (°C); T_s é a temperatura do ar (bulbo seco) (°C); UR é a umidade relativa do ar (%).

Após esse procedimento, já com os dados sazonais de TEv e TR disponíveis para cada dia de cada ano da série de 30 anos, fez-se a classificação das faixas de conforto térmico referentes aos dados obtidos a partir dos índices anteriormente calculados.

Devido ao fato de o Rio Grande do Sul não ter uma classificação das zonas de conforto térmico adequadas a seus padrões climáticos, a presente pesquisa usou a classificação térmica desenvolvida por Maia e Gonçalves (2002) para espaços urbanos abertos na cidade de São Paulo, com base nas condições de conforto térmico estabelecido por Fanger (1972).

O Quadro 1 apresenta as faixas para interpretação dos valores de conforto térmico humano que foram utilizados no estudo do conforto térmico frente a dinâmica atmosférica regional do Rio Grande do Sul, a partir do índice de TEv (Suping; Guanglin; Yanwen, 1992) e do índice de TR (Missenard, 1948).

Em seguida, fez-se um resgate metodológico para a seleção de anos-padrão em relação à dinâmica atmosférica regional do Rio Grande do Sul, firmando-se principalmente nos trabalhos de Monteiro (1963; 1969; 1971), Sartori (1979; 1980; 1981; 1993; 2000; 2003) e Wollmann (2011).

Para tanto, foram trabalhados os dados mensais e anuais de 23 estações meteorológicas de responsabilidade do Inmet, inclusive a estação meteorológica de Santa Maria, o que possibilitou uma verificação da de todas as regiões do estado a partir dos dados de pluviometria mensal e anual, do período entre janeiro de 1981 a dezembro de 2010, totalizando 30 anos de dados analisados para se selecionarem os anos tidos como habitual, mais chuvoso e menos chuvoso do ponto de vista da circulação atmosférica regional (Monteiro, 1971; Sartori, 1993).

Quadro 1 – Classes de conforto térmico adaptadas à pesquisa

TEv (C°)	sensação térmica	grau de estresse fisiológico
<13	muito frio	extremo estresse ao frio
13-16	frio	tiritar
16-19	frio Moderado	ligeiro resfriamento do corpo
19-22	ligeiramente frio	vasoconstrição
22-25	confortável	neutralidade térmica
25-28	ligeiramente quente	ligeiro suor e vasodilatação
28-31	quente moderado	suando
31-34	quente	suor em profusão
>34	muito quente	falha na termorregulação

fonte: Maia e Gonçalves (2002). organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

De posse dos dados pluviométricos mensais do período, foi calculada a média de precipitação para o Rio Grande do Sul para a série de 30 anos de dados, onde foram caracterizados como anos-padrão habitual para o Rio Grande do Sul os anos nos quais os totais pluviométricos registrados encontravam-se no intervalo de 1.300 mm a 1.800 mm anuais (ano de 2007), os mais chuvosos com índices superiores a 1.800 mm (ano de 2002) e os anos-padrão menos chuvosos aqueles de totais anuais de precipitação inferiores a 1.300 mm (ano de 2004) (Ruoso et al., 2006).

Selecionou-se um mês representativo de cada estação do ano para ser estudado, determinando-se, assim, janeiro como o mês representativo do verão, abril como mês representativo do outono, julho como o do inverno e outubro como o da primavera.

Foram organizadas as tabelas do índice TEv (C°) para os meses representativos de primavera e verão e do índice TR (C°) para os meses representativos de outono e inverno, já calculados para os dados diários da estação meteorológica de Santa Maria, para cada um dos três anos-padrão selecionados (2002, 2004 e 2007).

A opção por Santa Maria, como base para o estudo da dinâmica atmosférica e do conforto térmico no Rio Grande do Sul, deveu-se ao fato de esse município estar localizado no centro geográfico do Rio Grande do Sul (Figuras 1 e 2) e, segundo Sartori (1980), a posição de Santa Maria é privilegiada para os estudos climáticos no estado, uma vez que, estando no centro deste, tem condições de refletir o comportamento da circulação atmosférica regional. A autora ressalva que alguns setores do estado podem sofrer efeitos um pouco maiores de sistemas intertropicais, em determinadas épocas do ano; porém, de modo geral, os estudos realizados em Santa Maria refletem bem as características climáticas regionais.

De posse dos dados climáticos, foram construídos os gráficos de análise rítmica, com o auxílio do *software* Ritmoanálise (Borsato; Borsato; Sousa, 2004), onde foram definidos os sistemas atmosféricos (massas de ar e sistemas produtores de chuva) envolvidos, identificando-os com o auxílio de cartas sinóticas e imagens de satélite. São eles: massa polar atlântica (MPA), massa polar velha (MPV), massa tropical atlântica (MTA), massa tropical continental (MTC), frente polar atlântica (FPA), frente estacionária (FE), frente quente (FQ) e ciclogênese (C).

Como análise final, calculou-se o percentual de participação dos sistemas atmosféricos na definição das diferentes classes de conforto atuantes no Rio Grande do Sul.

Análise dos resultados

Ano-padrão mais chuvoso (2002)

Primavera (out. 2002) do ano-padrão mais chuvoso (2002)

Na primavera do ano-padrão mais chuvoso, houve uma grande participação de sistemas frontais FPA e de FE, o que determinou a grande pluviosidade da estação, com 25,8% e 29,0% das participações, respectivamente. Entre as massas de ar, destaca-se a MPA, com 35,5% dos dias de domínio, a MPV, que dominou apenas 3,2% do mês, e a MTC, com 6,5% de participação (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes na primavera do ano-padrão mais chuvoso (2002)

out. 2002 primavera	sistemas atmosféricos										percentual de ocorrência das classes (%)
faixas de conforto	MPA (%)	MPV (%)	MTC (%)	FPA (%)	FE (%)						
muito frio	1	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2
frio	1	3,2	0	0	0	0	1	3,2	0	0	6,5
frio moderado	2	6,5	0	0	0	0	2	6,5	1	3,2	16,1
ligeiramente frio	4	12,9	1	3,2	1	3,2	3	9,7	7	22,6	51,6
confortável	3	9,7	0	0	1	3,2	2	6,5	1	3,2	22,6
ligeiramente quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentual de sistemas atmosféricos no mês (%)	35,5	0,0	3,2	0,0	6,5	0,0	25,8	0,0	29,0	0,0	

organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Ainda na Tabela 1, observa-se a classificação das faixas de sensação térmica associadas a cada um dos sistemas atuantes, durante o mês de outubro do ano-padrão mais chuvoso. Pode-se verificar que, em 22,6% dos dias do mês, a faixa de sensação térmica classificada era de “ligeiramente frio”, associada a sistemas de FE, enquanto 12,9% dessa faixa estava associada à atuação da MPA. Há também a participação de sistemas como a FPA, a MTC e a MPV, na classificação da faixa de sensação térmica de “ligeiramente frio”, totalizando 51,6% dos dias do mês classificados nessa faixa de sensação térmica.

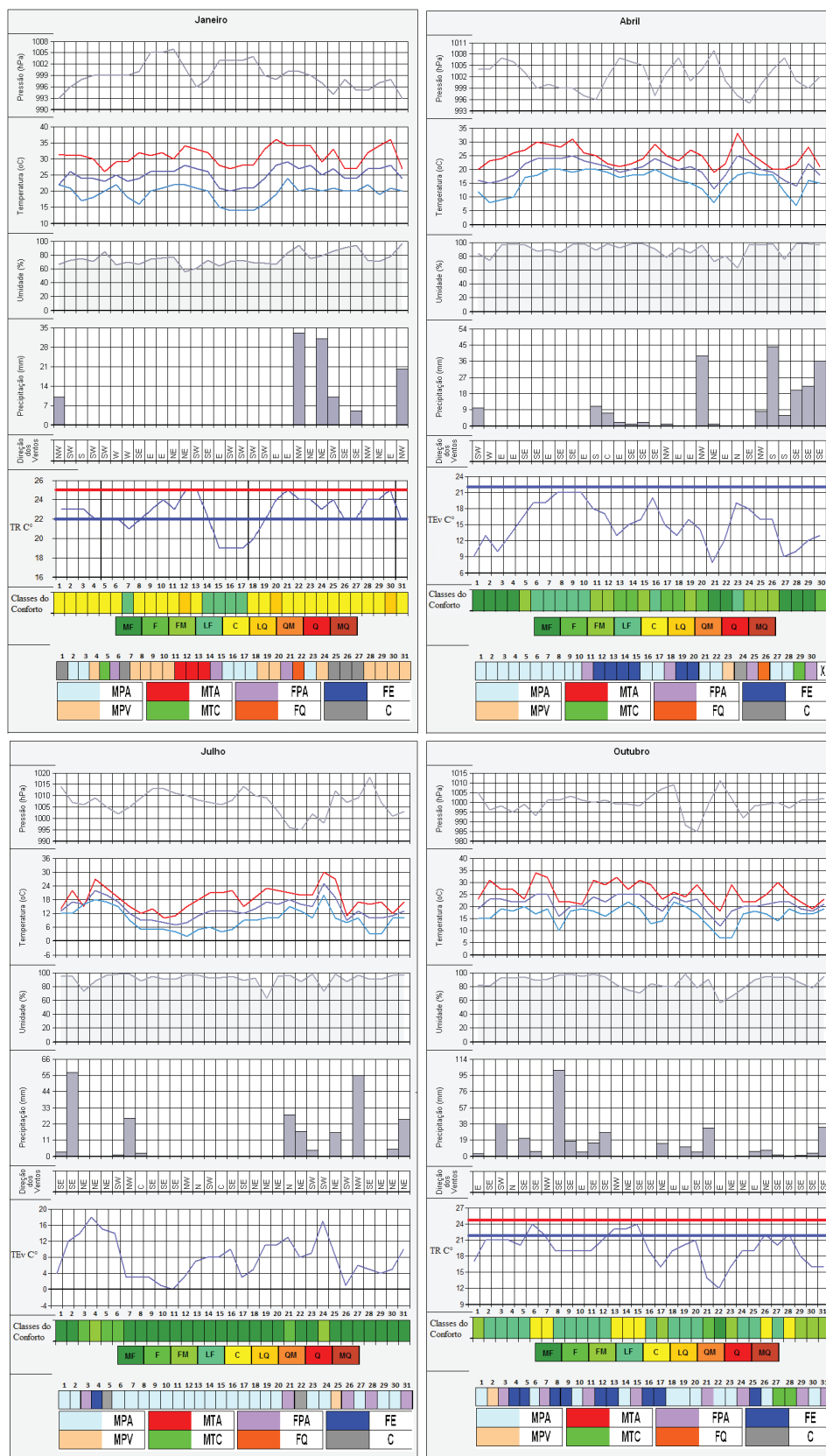
A faixa de sensação térmica de “confortável” vem em seguida no número de dias classificados, com 22,6% dos dias do mês, sendo 9,7% dos dias associada à MPA, 6,5% à FPA e 3,2% à FE e à MTC.

Estão também classificadas as faixas de sensação térmica de “muito frio”, “frio” e “frio moderado”, associadas às MPA, FPA e FE, porém com pouca representação do total dos dias do mês, com 3,2%, 6,5% e 16,1%, respectivamente.

De maneira geral, pode-se inferir que não há grande relação entre a classificação das faixas de sensação térmica durante o mês representativo da primavera para o ano-padrão mais chuvoso e os sistemas atmosféricos atuantes durante esse mês.

A análise geral do mês de outubro, representativo do ano-padrão mais chuvoso, pode ser observada de maneira mais detalhada, a partir do gráfico de análise rítmica (Anexo 1).

Anexo 1 – Gráficos de análise rítmica para o ano-padrão mais chuvoso (2002)



LEGENDA:



Temperatura Máxima
Temperatura Média
Temperatura Mínima



Umidade Relativa
do Ar (%)



Precipitação (mm)

Verão (jan. 2002) do ano-padrão mais chuvoso (2002)

Em janeiro de 2002, a maior participação da MPV em relação à MPA torna-se evidente, com 38,7% e 19,4%, respectivamente, além do surgimento da atuação da MTA, com 9,7% de domínio do total dos dias do mês, sendo que sua atuação não havia dominado durante a primavera, e também 3,2% de participação da MTC, com formação de instabilidade tropical e precipitação pluviométrica. Entre os sistemas atmosféricos produtores de chuva, salientam-se a FPA, com 9,7% de atuação, a FQ, com 3,2%, e a grande participação de ciclogêneses, com 16,1% de atuação, o que caracterizou um verão chuvoso (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no verão do ano-padrão mais chuvoso (2002)

jan. 2002 verão	sistemas atmosféricos												percentual de ocorrência das classes (%)
faixas de conforto	MPA	(%)	MTA	(%)	MPV	(%)	MTC	(%)	FPA	(%)	C	(%)	
muito frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frio moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ligeiramente frio	2	6,5	1	3,2	0	0	0	0	1	3,2	1	3,2	16,1
confortável	4	12,9	2	6,5	10	32,3	1	3,2	2	6,5	4	12,9	74,2
ligeiramente quente	0	0	1	3,2	2	6,5	0	0	0	0	0	0	9,7
quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentual de sistemas atmosfê- ricos no mês (%)	19,4	0	12,9	0	38,7	0	3,2	0,0	9,7	0,0	16,1	0,0	

organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Do ponto de vista do conforto térmico, houve a classificação de três faixas de sensação térmica para o mês representativo do verão de 2002, sendo elas “ligeiramente frio” (16,1% dos dias), “confortável” (74,2% dos dias) e “ligeiramente quente” (9,7% dos dias). Chama-se a atenção para a classificação da faixa de “ligeiramente quente”: pela primeira vez, na pesquisa, está entre as demais no processo de zoneamento do conforto térmico. Porém não há uma tendência de determinado sistema atmosférico na determinação dessas faixas de sensação térmica, tendo sido observado 32,3% dos dias com sensação térmica “confortável” associada à MPV, 12,9% à MPA, 12,9% à ciclogênese, 6,5% à FPA e à MTA e apenas 3,2% associada à MTC.

A faixa de sensação térmica de “ligeiramente frio”, no entanto, teve 3,2% de atuação associada à MTA, FPA e à ciclogênese e 6,5% de atuação associada à MPA, não se podendo observar como tendo sido determinante, nessa classificação, a dinâmica atmosférica.

Por fim, a faixa de sensação térmica de “ligeiramente quente” foi observada em apenas três dias, sendo 3,2% do total dos dias do mês associada à MTA e 6,5% à MPV, sistemas estes característicos de temperaturas elevadas, no Rio Grande do Sul (Anexo 1).

Outono (abr. 2002) do ano-padrão mais chuvoso (2002)

No mês de abril de 2002, mês representativo da estação de outono, houve um aumento da participação da MPA, com 53,3% de atuação, em relação à MPV, com 3,3% de atuação do total dos dias do mês, além de um dia com domínio da MTC. A situação de elevada precipitação, na referida estação, está associada à grande participação de FPA que estacionavam sobre o estado (FE), representando 20% dos dias do mês (Tabela 3).

Tabela 3 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no outono do ano-padrão mais chuvoso (2002)

abr. 2002 outono	sistemas atmosféricos														percentual de ocorrência das classes (%)
faixas de conforto	MPA (%)	MPV (%)	MTC (%)	FPA (%)	FQ (%)	FE (%)	C (%)								
muito frio	8	26,7	0	0	1	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	30,0
frio	1	3,3	0	0	0	0	1	3,3	0	0	3	10,0	0	0	16,7
frio moderado	1	3,3	0	0	0	0	3	10,0	1	3,2	3	10,0	1	3,3	30,0
ligeiramente frio	6	20,0	1	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,3
confortável	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ligeiramente quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentual de sistemas atmosféricos no mês (%)	53,3	0	3,3	0	3,3	0	13,3	0	3,3	0	20,0	0	3,3	0	

organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Houve, portanto, uma maior associação da MPA na classificação de quatro diferentes faixas de sensação térmica. A faixa de “muito frio” apresenta 26,7% do total dos dias do mês associada à MPA e 3,3% à MTC.

A faixa de sensação térmica de “frio” mostra-se 3,3% dos dias do mês associada à MPA e à FPA, enquanto 10,0% dos dias do mês apresentam a faixa de “frio” associada à FE.

Do total dos dias do mês de abril de 2002, 3,3% estão classificados na faixa de sensação térmica de “frio moderado” e associados à MPA, 3,3% à FQ e 3,3% à ciclogênese, enquanto 10% estão associados à FPA e, novamente, 10% à FE.

Por fim, a faixa de sensação térmica de “ligeiramente frio” teve 20% do total dos dias do mês em que ocorreu associados à MPA e 3,3% à MPV.

Observando mais detidamente o gráfico de análise rítmica (Anexo I) e a frequência de ocorrências das faixas de sensação térmica em relação aos sistemas atmosféricos (Tabela 3), não é possível inferir relação determinante com a dinâmica atmosférica, na classificação dessas faixas no outono de 2002.

Inverno (jul. 2002) do ano-padrão mais chuvoso (2002)

No mês representativo do inverno do ano-padrão mais chuvoso, foi notório o aumento da participação de MPAs, mais fortes em função do resfriamento do hemisfério sul, enquanto

a MPV foi responsável pela atuação em apenas 3,2% dos dias. As FPA dominaram em cerca de 15% dos dias, enquanto a FE dominou 6,5% dos dias do mês. A ciclogênese foi responsável por 6,5% dos dias do mês (Tabela 4).

Tabela 4 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no inverno do ano-padrão mais chuvoso (2002)

jul. 2002 inverno	sistemas atmosféricos										percentual de ocorrência das classes (%)
faixas de conforto	MPA (%)	MPV (%)	FPA (%)	FE (%)	C (%)						
muito frio	20	64,5	1	3,2	3	9,7	1	3,2	1	3,2	83,9
frio	1	3,2	0	0	2	6,5	1	3,2	1	3,2	16,1
frio moderado	1	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2
ligeiramente frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
confortável	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ligeiramente quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentual de sistemas atmosféricos no mês (%)	71,0	0,0	3,2	0,0	16,1	0,0	6,5	0,0	6,5	0,0	

organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Observa-se, na análise do percentual de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no inverno de 2002, que a MPA é responsável por 64,5% dos dias classificados na faixa de “muito frio”, 3,2% dos dias classificados na de “frio” e 3,2% dos dias classificados na faixa de “frio moderado”.

A MPV, por sua vez, teve sua frequência de ocorrência enfraquecida, correspondendo apenas a 3,2% dos dias classificados na faixa de “muito frio”. A faixa de sensação térmica de “muito frio” também foi classificada para 9,7% dos dias associados à FPA, 3,2% deles à FE e 3,2% dos dias associados à ciclogênese. A sensação térmica de “frio” foi classificada em 6,5% dos dias associados à FPA, 3,2% dos dias associados à FE e 3,2% com domínio de ciclogênese.

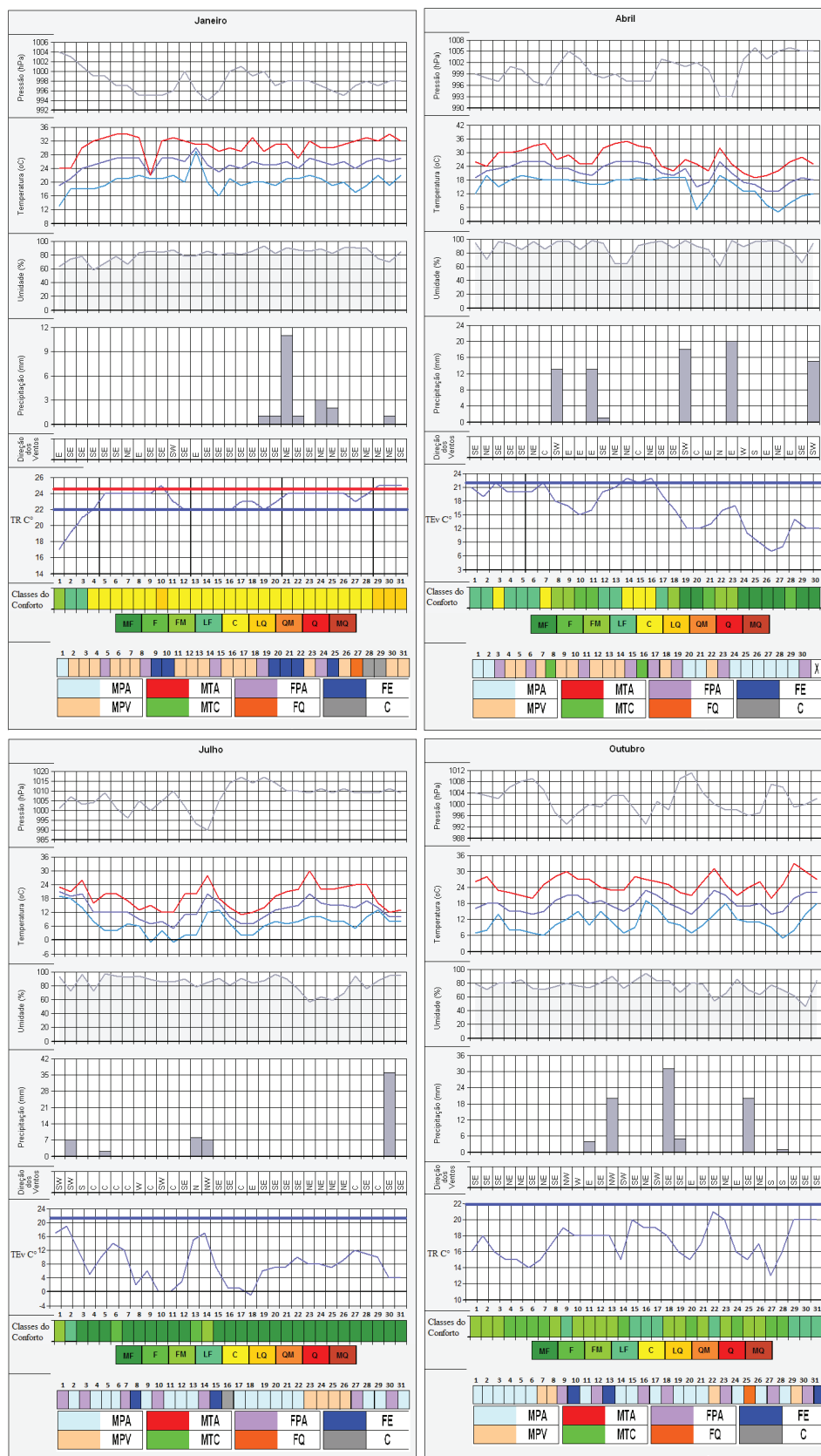
É possível, neste caso do inverno do ano-padrão mais chuvoso, associar de maneira clara a influência dos sistemas atmosféricos na determinação das faixas de sensação térmica classificadas no Rio Grande do Sul, o que pode ser mais bem analisado observando-se, no Anexo 1, o gráfico da análise rítmica para julho de 2002.

Ano-padrão menos chuvoso (2004)

Primavera (out. 2004) do ano-padrão menos chuvoso (2004)

A primavera do ano-padrão menos chuvoso apresenta o predomínio da participação de MPAs, com 51,6% dos dias, caracterizadas do ponto de vista térmico, porém enfraquecidas do ponto de vista barométrico, como pode ser observado no gráfico de análise rítmica (Anexo 2).

Anexo 2 – Gráficos de análise rítmica para o ano-padrão menos chuvoso (2004)



Em seguida, vem o domínio da MPV, com 12,9% de participação e predomínio de rápidas passagens frontais (FPA), dominando 26% dos dias (Tabela 5).

Tabela 5 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes na primavera do ano-padrão menos chuvoso (2004)

out. 2004 primavera	sistemas atmosféricos										percentual de ocorrência das classes (%)
	faixas de conforto	MPA	(%)	MPV	(%)	FPA	(%)	FQ	(%)	FE	(%)
	muito frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	frio	7	22,6	1	3,2	1	3,2	0	0	0	29,0
	frio moderado	7	22,6	1	3,2	3	9,7	1	3,2	2	6,5
	ligeiramente frio	2	6,5	2	6,5	3	9,7	0	0	1	3,2
	confortável	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ligeiramente quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	percentual de sistemas atmosféricos no mês (%)	51,6	0	12,9	0	22,6	0	3,2	0	9,7	0

organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Há, nesse caso, o predomínio das faixas de sensação térmica de “frio” e “frio moderado” associadas à MPA, com 26,6% do total dos dias do mês cada uma. A faixa de “frio” também tem 3,2% dos dias associada à MPV e à FPA, enquanto a faixa de “frio moderado” apresenta-se em 9,7% deles associada à FPA, 6,5% à FE, 3,3% à MPV e 3,2% à FQ.

Também foi classificada a faixa de sensação térmica de “ligeiramente frio”, sendo esta associada à FPA em 9,7% dos dias do mês, à MPA em 6,5% e à MPV em 6,5% dos dias.

Verão (jan. 2004) do ano-padrão menos chuvoso (2004)

No verão de 2004, ano-padrão menos chuvoso, houve grande domínio da MPV, 51,6% dos dias, porém com totais menores de umidade (Anexo 2). A FPA também teve boa participação durante o mês representativo do verão de 2004, com 16,1% do total dos dias, e em geral estacionou sobre o estado devido à fraca frontogênese, na maioria dos casos, provocando apenas nebulosidade e pouca chuva, além de dois dias de ciclogênese (C) e um dia de FQ (Tabela 6).

Tabela 6 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no verão do ano-padrão menos chuvoso (2004)

jan. 2004 verão	sistemas atmosféricos												percentual de ocorrência das classes (%)
faixas de conforto	MPA (%)	MPV (%)	FPA (%)	FQ (%)	FE (%)	C (%)							
muito frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frio moderado	1	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2
ligeiramente frio	0	0	2	6,5	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5
confortável	0	0	12	38,7	5	16,1	1	3,2	5	16,1	1	3,2	77,4
ligeiramente quente	0	0	2	6,5	0	0	0	0	1	3,2	1	3,2	12,9
quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentual de sistemas atmosféricos no mês (%)	3,2	0	51,6	0	16,1	0	3,3	0	19,4	0	6,5	0	

organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Na Tabela 6, observa-se a classificação de quatro faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no verão do ano-padrão menos chuvoso. Porém a faixa de “confortável” foi predominante entre as classificadas, sendo que em 38,7% dos dias esteve associada à MPV, 16,1% dos dias à FPA, 16,1% à FE, 3,2% à FQ e 3,2% à ciclogênese.

A faixa de “ligeiramente quente” teve 6,5% dos dias do mês associados à MPV, 3,2% à FE e 3,2% à C, enquanto a faixa de sensação térmica de “ligeiramente frio” foi classificada em apenas dois episódios associados à MPV, representando 6,5% do total dos dias do mês. A faixa de sensação térmica de “frio moderado” foi classificada em apenas um dia do mês, associada a uma situação atmosférica de domínio da MPV.

Outono (abr. 2004) do ano-padrão menos chuvoso (2004)

O outono de 2004, representado pelo mês de abril, apresentou uma situação de quase igualdade na participação da MPA e da MPV, com 30,0% e 33,3% dos dias de domínio no mês, respectivamente, além de oito passagens frontais que representaram 26,7% do total de dias, cuja fraca frontogênese provocou apenas o aumento da nebulosidade, com registro de pouca precipitação, além de dois dias de precipitação em função da atuação da MTC (Anexo 2).

Esses aspectos da dinâmica atmosférica da área de estudo nos meses de outono já foram observados por Sartori (2003), que verificou o predomínio dos sistemas extratropicais com maior frequência da MPA em relação ao verão. Isso se deve ao início da intensificação do anticiclone polar atlântico, originando massas polares mais definidas e persistentes, pois os processos de tropicalização tornam-se mais demorados devido à declinação do sol, que leva à gradativa diminuição da entrada de radiação solar e, conseqüentemente, do processo de aquecimento.

O que pode ser observado na análise da dinâmica atmosférica para o outono do ano-padrão menos chuvoso é um maior número de faixas de sensação térmica classificadas em relação a um número menor de sistemas atmosféricos atuantes, diferentemente dos meses de outono anteriormente analisados, sendo a faixa de “muito frio” associada à MPA em 23,3% do total de dias do mês, e à FPA em 6,7% dos dias.

A faixa de “frio” foi classificada em dois dias do mês, sendo um associado a uma situação atmosférica de domínio da MPV, e outro, ao domínio da FPA que, por sua vez, também teve um episódio associado à faixa de sensação térmica de “frio moderado”, dois episódios associados à faixa de “ligeiramente frio” e dois associados a de “confortável”.

A faixa de sensação térmica de “frio moderado” também teve 3,3% dos dias do mês associados à MTC e 10,0% à MPV, enquanto a faixa de “ligeiramente frio” teve 13,3% dos dias associados à MPV e 6,7% à MPA. Já a faixa de sensação térmica de “confortável” apresentou 6,7% dos dias do mês sob domínio da MPV e 3,3% associados à MTC (Tabela 7).

Tabela 7 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no outono do ano-padrão menos chuvoso (2004)

abr. 2004 outono	sistemas atmosféricos								percentual de ocorrência das classes (%)
faixas de conforto	MPA (%)	MPV (%)	MTC (%)	FPA (%)	FPA (%)	FPA (%)	FPA (%)	FPA (%)	
muito frio	7	23,3	0	0	0	0	2	6,7	29,0
frio	0	0	1	3,3	0	0	1	3,3	6,5
frio moderado	0	0	3	10,0	1	3,3	1	3,3	16,1
ligeiramente frio	2	6,7	4	13,3	0	0	2	6,7	25,8
confortável	0	0	2	6,7	1	3,3	2	6,7	16,1
ligeiramente quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentual de sistemas atmosféricos no mês (%)	30,0	0,0	33,3	0,0	6,7		26,7	0,0	

organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Inverno (jul. 2004) do ano-padrão menos chuvoso (2004)

No inverno de 2004, novamente é percebido o aumento da participação da massa polar atlântica (MPA), representando 54,8% do total dos dias do mês, embora se note um aumento no número de passagens frontais em comparação com o mesmo período em 2002. No entanto, tais passagens frontais foram rápidas, e o contraste higrométrico entre as massas polares não foi suficiente para provocar grandes volumes de precipitação, inclusive quando houve participação de FE e C.

Houve, todavia, quatro faixas de sensação térmica classificadas no inverno de 2004, sendo a ocorrência da faixa de “ligeiramente frio” associada à MPA em apenas um dia do mês, enquanto a faixa de “muito frio” apresentou 45,2% do total de dias do mês sob domínio da MPA, 12,9% dos dias associados à MPV, 16,1% à FPA, 6,5% à FE e 3,2% à ciclogênese. A faixa de “frio” e a de “frio moderado” tiveram, respectivamente, 6,5% do total dos dias do mês sob domínio da MPA e 6,5% da FPA.

O que se observa novamente, na situação de inverno, é uma maior relação entre a dinâmica atmosférica regional e a classificação das faixas de sensação térmica para o mês representativo de inverno do ano-padrão menos chuvoso no Rio Grande do Sul (Tabela 8).

Tabela 8 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no inverno do ano-padrão menos chuvoso (2004)

jul. 2004 inverno	sistemas atmosféricos										percentual de ocorrência das classes (%)
faixas de conforto	MPA (%)	MPV (%)	FPA (%)	FE (%)	C (%)						
muito frio	14	45,2	4	12,9	5	16,1	2	6,5	1	3,2	83,9
frio	2	6,5	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5
frio moderado	0	0	0	0	2	6,5	0	0	0	0	6,5
ligeiramente frio	1	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2
confortável	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ligeiramente quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentual de sistemas atmosféricos no mês (%)	54,8	0	12,9	0	22,6	0	6,5	0	3,2	0	

organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Ano-padrão habitual (2007)

Primavera (out. 2007) do ano-padrão habitual (2007)

A primavera do ano-padrão habitual (2007) pode ser caracterizada pela participação variada tanto de sistemas atmosféricos intertropicais quanto extratropicais, tais como a MPA com 22,6% de atuação, a MPV com 29%, a MTC com 19,4%, a FPA com 16,1% a FQ com 6,5% e a ciclogênese com atuação em 3,2% do total dos dias do mês (Tabela 9).

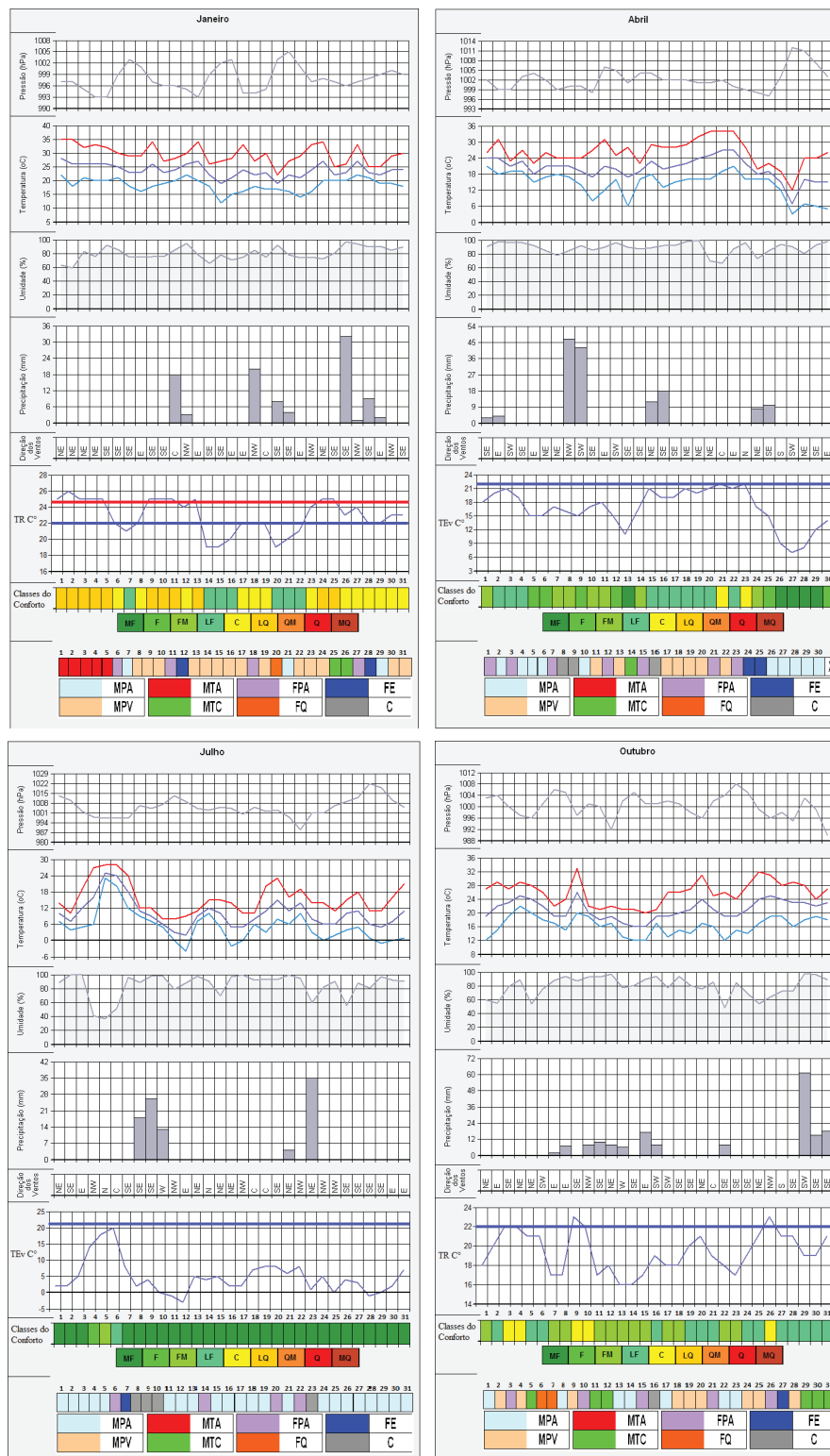
Tabela 9 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes na primavera do ano-padrão habitual (2007).

out. 2007 primavera	sistemas atmosféricos														percentual de ocorrência das classes (%)
faixas de conforto	MPA (%)	MPV (%)	FPA (%)	MTA (%)	MTC (%)	FE (%)	C (%)								
muito frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frio moderado	7	22,6	1	3,2	1	3,2	1	3,2	0	0	0	0	0	0	32,3
ligeiramente frio	0	0	6	19,4	1	3,2	1	3,2	6	19,4	1	3,2	1	3,2	51,6
confortável	0	0	2	6,5	3	9,7	0	0	0	0	0	0	0	0	16,1
ligeiramente quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentual de sistemas atmosféricos no mês (%)	22,6	0	29,0	0	16,1	0	6,45		19,4	0	3,2	0	3,2	0	

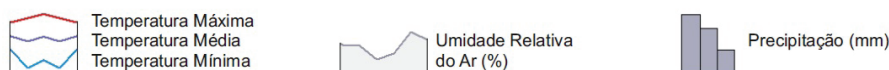
organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Nesse sentido, observa-se que, apesar da variada participação dos sistemas atmosféricos, houve apenas três faixas de sensação térmica classificadas no mês, o que denota baixa relação entre a dinâmica atmosférica regional influenciando no conforto térmico (Anexo 3).

Anexo 3 – Gráficos de análise rítmica para o ano-padrão habitual (2007)



LEGENDA:



A faixa de sensação térmica de “frio moderado” apresenta 22,6% do total de dias do mês associada a MPA, 3,2% a MPV, 3,2% a FPA e 3,2% a MTA, a faixa de sensação térmica de “ligeiramente frio” mostra-se a mais variável em relação aos sistemas atmosféricos, sendo 19,4% do total dos dias do mês com esta faixa associados a MPV, 19,4% a MTC, 3,2% a FPA, 3,2% a MTA, 3,2% a FE e 3,2% a C, totalizando um percentual de 51,6% dos dias do mês classificados na faixa de “ligeiramente frio”.

Por fim, a faixa de sensação térmica “confortável” apresenta 6,5% do total de dias do mês sob domínio da MPV e 9,7% associada a FPA, o que é característico do aquecimento atmosférico provocado durante a atuação desses sistemas.

Verão (jan. 2007) do ano-padrão habitual (2007)

O mês de janeiro de 2007 caracterizou-se pela maior participação de massas de ar tropicais em relação aos anos de 2004 e 2002, com 16,1% de participação da MTA, 6,5% da MTC, além do típico domínio, para essa época do ano, da MPV, com 45,2% do total dos dias do mês. As passagens frontais representaram 12,9% dos dias, provocando precipitação nos totais médios normais (Anexo 3).

Entre as faixas de sensação térmica classificadas para o verão de 2007, a faixa de “ligeiramente frio” apresenta 6,5% dos dias do mês sob domínio da MPA, 12,9% sob domínio da MPV e 3,2% associados à FQ, enquanto a faixa “confortável” apresenta 19,4% do total de dias do mês sob domínio da MPV, 9,7% associados à FPA, 6,5% sob influência da FE, 3,2% à MTC e 3,2% à MPA.

A faixa de sensação térmica de “ligeiramente quente”, por sua vez, teve 16,1% do total dos dias do mês associados à MTA, 12,9% sob domínio da MPV e 3,2% à FPA (Tabela 10).

Tabela 10 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no verão do ano-padrão habitual (2007)

jan. 2007 verão	sistemas atmosféricos														percentual de ocorrência das classes (%)
faixas de conforto	MPA (%)	MTC (%)	MTA (%)	MPV (%)	FPA (%)	FQ (%)	FE (%)								
muito frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frio moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ligeiramente frio	2	6,5	0	0	0	0	4	12,9	0	0	1	3,2	0	0	22,6
confortável	1	3,2	1	3,2	0	0	6	19,4	3	9,7	0	0	2	6,5	41,9
ligeiramente quente	0	0	1	0	5	16,1	4	12,9	1	3,2	0	0	0	0	35,5
quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentual de sistemas atmos- féricos no mês (%)	9,7	0	6,45		16,1		45,2	0	12,9	0	3,2	0	6,5	0	

organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Outono (abr. 2007) do ano-padrão habitual (2007)

O outono do ano-padrão habitual mostrou uma participação de 33,3% da MPA, 23,3% da MPV e 3,3% da MTC, além de FPA's mais intensas e com 23,3% de participação do total dos dias do mês, porém provocando precipitação, dentro da normalidade climática sazonal, com a presença de FE e C, que representaram 6,7% e 10% de participação no mês, respectivamente (Anexo 3).

Do ponto de vista do conforto térmico, o outono de 2007 apresentou cinco faixas de sensação térmica classificadas, entre as quais a faixa de "confortável" apresentou apenas 6,7% do total dos dias do mês sob domínio da FPA.

A faixa de "ligeiramente frio" apresentou 6,7% dos dias sob domínio da MPA, 16,7% sob domínio da MPV e 6,7% sob influência da FPA, enquanto a faixa de sensação térmica de "frio moderado" teve 3,3% de dias associados a MPV, FPA, MTC, FE e C, totalizando 16,7% do total dos dias do mês classificados nessa faixa.

A faixa de "frio" teve 13,3% do total dos dias do mês associados à MPA, 6,7% sob domínio da FPA e 3,3% à FE e à ciclogênese, somando-se um total de 26,7% de dias classificados nessa faixa de sensação térmica no mês, enquanto a faixa de sensação térmica de "muito frio" apresentou 13,3% dos dias sob domínio da MPA e 3,3% da MPV (Tabela 11).

Tabela 11 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no outono do ano-padrão habitual (2007)

abr. 2007 outono	sistemas atmosféricos												percentual de ocorrência das classes (%)
faixas de conforto	MPA (%)	MPV (%)	FPA (%)	MTC (%)	FE (%)	C (%)							
muito frio	4	13,3	1	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	16,7
frio	4	13,3	0	0	2	6,7	0	0	1	3,3	1	3,3	26,7
frio moderado	0	0	1	3,3	1	3,3	1	3,3	1	3,3	1	3,3	16,7
ligeiramente frio	2	6,7	5	16,7	2	6,7	0	0	0	0	1	3,3	33,3
confortável	0	0	0	0	2	6,7	0	0	0	0	0	0	6,7
ligeiramente quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentual de sistemas atmosféricos no mês (%)	33,3	0	23,3	0	23,3	0	3,3	0	6,7	0	10,0	0	

organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Inverno (jul. 2007) do ano-padrão habitual (2007)

Por fim, o Inverno de 2007, assim como os demais, apresentou o predomínio da MPA, com 71% do total dos dias do mês, sendo muito semelhante ao inverno de 2002 no que diz respeito à sucessão de sistemas atmosféricos, porém diferente nos totais pluviométricos apresentados, com as FPA's e FE's dominando em praticamente 15% dos dias e 12,9% destes sob domínio de ciclogênese.

Nota-se, novamente, a forte relação entre os sistemas atmosféricos atuantes e a determinação das faixas de sensação térmica, sendo 64,5% dos dias com domínio da MPA classificados na faixa de sensação térmica de “muito frio”, 3,2% na faixa de “frio” e “frio moderado”.

A FPA teve 9,7% dos dias classificados na faixa de “muito frio” e 3,2% na faixa de “ligeiramente frio”, enquanto a FE e a C foram responsáveis por 3,2% e 12,9% dos dias classificados na faixa de sensação térmica de “muito frio”, respectivamente (Tabela 12).

Tabela 12 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no inverno do ano-padrão habitual (2007)

jul. 2007 inverno		sistemas atmosféricos							percentual de ocorrência das classes (%)
faixas de conforto	MPA	(%)	FPA	(%)	FE	(%)	C	(%)	
muito frio	20	64,5	3	9,7	1	3,2	4	12,9	90,3
frio	1	3,2	0	0	0	0	0	0	3,2
frio moderado	1	3,2	0	0	0	0	0	0	3,2
ligeiramente frio	0	0	1	3,2	0	0	0	0	3,2
confortável	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ligeiramente quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
muito quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentual de sistemas atmosféricos no mês (%)	71,0	0	12,9	0	3,2	0	12,9	0	

organização: João Paulo Assis Gobo, 2014.

Considerações finais

Na análise da dinâmica atmosférica regional e de sua influência na determinação das situações de conforto térmico para o Rio Grande do Sul, observou-se que, em cada uma das estações do ano, os sistemas atmosféricos no município de Santa Maria só são definidores da situação de conforto térmico nos meses de inverno. Nos demais, fatores geográficos como a maritimidade, a continentalidade e a altitude são os principais responsáveis por definir as zonas de conforto.

Notou-se também que, durante a primavera e o verão, houve uma grande participação da massa polar velha, da massa polar atlântica e da massa tropical continental, possibilitando não só que as faixas de sensação térmica fossem mais próximas da situação de conforto, como também que a ultrapassassem.

O outono foi definido pela participação mais ativa da massa polar atlântica bem como da frente polar atlântica e de sua derivação (frente estacionária), aumentando a nebulosidade e a umidade que, no inverno, tornaram-se mais intensas com o predomínio da massa polar atlântica reduzindo a temperatura. Esse processo dinâmico do outono e do inverno influenciou a classificação de faixas de sensação térmica tendendo mais para o frio. Fica clara a grande

influência dos padrões típicos de circulação do ar na determinação das condições de conforto térmico para as estações de outono inverno, sobretudo a segunda, em que a circulação atmosférica regional, oriunda de uma dinâmica atmosférica intensamente controlada pelas incursões de massas polares, é intensamente determinante na condição de desconforto térmico para o Rio Grande do Sul.

Referências

- ASHRAE. American Society of Heating and Air Conditioning Engineers. Physiological principles for comfort and health. In: **Handbook Fundamentals**. Atlanta: ASHRAE, 1992. cap. 8, p. 8.1-8.32.
- BORSATO, V. A.; BORSATO, F. H.; SOUSA, E. E. Análise rítmica e a variabilidade têmporo-espacial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA; Teoria e Metodologia em Climatologia, 6., 2004, Aracaju. **Eixo 3 tema 3 - CD-ROM**, Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Pós-graduação Geográfica, Aracaju, out. 2004.
- CHANGNON, S. A. et al. **Thermal comfort: analysis and application in environmental engineering**. New York: McGraw Hill, 1972.
- CRITCHFIELD, H. J. **General Climatology**. New York: Prentice Hall, 1960.
- FANGER, P. O. **Thermal comfort: analysis and application in environmental engineering**. New York: McGraw Hill, 1972.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Coordenação de Agropecuária. **Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.
- MAIA, J. A.; GONÇALVES, F. L. T. Uma análise do conforto térmico e suas relações meteorotrópicas na cidade de São Paulo – parte I. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., Foz de Iguaçu. **Anais...** Foz de Iguaçu, 2002. p. 305-314.
- MISSENARD, H. Equivalence thermique dês ambience. **Chaleur et Industrie**, n. 24, p. 159-183, 1948.
- MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. **Série Teses e Monografias**, São Paulo: Instituto de Geografia-USP, n. 25, 1976.
- _____. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Revista IGUSP**, São Paulo, [s.v.], [s.n.], p. 1-21, 1971.
- _____. A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil: contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempos no Brasil. **Série Teses e Monografias**, São Paulo: Instituto de Geografia-USP, n. 1, 1969.
- _____. O clima da região Sul. In: CATALDO, D. M. (Org.). **Geografia do Brasil, Grande Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1963. p. 117-169.

- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Planejamento, Mobilidade e Desenvolvimento Regional. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SCP, 2010a. Disponível em: <<http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- _____. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Regiões Hidrográficas do Rio Grande do Sul**, 7 set. 2010b. Disponível em: <www.sema.rs.gov.br>. Acesso em: 19 fev. 2010.
- RUOSO, D. et al. Respostas locais à circulação regional em Santa Maria e Santa Cruz do Sul: uma análise de normais climatológicas de temperatura e precipitação. In: SIMPÓSIO BARSILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 7., 2006, Rondonópolis: UFMT. **Anais...** Rondonópolis, 20-25 ago. 2006. 1 CDROM.
- SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 27-49, jan./jul. 2003.
- _____. **Clima e percepção**. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- _____. As variações pluviométricas e o regime das chuvas na região central do Rio Grande do Sul. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 23, p. 72-80, 1993.
- _____. A circulação atmosférica regional e as famílias de tipos de tempo identificadas na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, n. 3, p. 101-110, 1981.
- _____. Balanço sazonal da participação dos sistemas atmosféricos em 1973, na região de Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, n. 2, p. 41-53, 1980.
- _____. **O clima de Santa Maria: do regional ao urbano**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.
- SUPING, Z.; GUANGLIN, M.; YANWEN, W.; JI, L. Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and of meteorotropic effects on distance runners. **International Journal of Biometeorology**, n. 36, p. 63-68, 1992.
- WOLLMANN, C. **A. Zoneamento agroclimático para a produção de roseiras (Rosaceae spp.) no Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.